

System Analysis on Sustainable Development of Shandong Province Oil and Gas Industry*

Hao Ding, Pengcheng Zhang, Guohui Huo

School of Economics and Management, China University of Petroleum (East China), Dongying

Email: pengchen89@tom.com

Received: Mar. 19th, 2011; revised: May 14th, 2011; accepted: Jun. 2nd, 2011.

Abstract: Shandong province is regarded as the mayor province afflicting the sustainable development of our oil and gas. Studying on the oil and gas resources of sustainable development in Shandong province has many guidelines and examples meaning. This article is based on the theory of sustainable development of oil and gas, using the method of ISM to build multi-level model and establishing the factor weight by entropy value method. In the end, the article takes the need of oil and gas in Shandong province as an example to analyze it.

Keywords: Oil and Gas Industry; Sustainable Development; Interpretive Structural Model; Entropy Weight Method

山东省油气产业可持续发展系统分析*

丁浩, 张朋程, 霍国辉

中国石油大学(华东)经济管理学院, 东营

Email: pengchen89@tom.com

收稿日期: 2011年3月19日; 修回日期: 2011年5月14日; 录用日期: 2011年6月2日

摘要: 山东省作为影响我国油气资源可持续发展的主要省份, 研究山东省油气资源的可持续发展对国内油气资源的可持续发展具有指导和借鉴意义。文章以油气资源可持续发展相关理论为基础, 运用ISM方法建立对山东省油气产业可持续发展因素的多级递阶模型, 然后利用基于隶属度集合的熵值权重法确定因素权重, 最后以山东省油气资源需求为例分析。

关键词: 油气产业; 可持续发展; 解释结构模型; 熵值权重法

1. 引言

可持续发展被定义为“满足当代人需求而又不危害后代人满足其需要的发展”, 描述为经济、社会、环境三个系统的协调发展。油气资源被列为影响经济社会可持续发展的三大战略资源之一, 在山东省经济高速发展、油气需求旺盛与山东省油气企业经济效益、环境效益、社会效益日益降低等矛盾日益突出背景下, 对影响山东省油气产业可持续发展的因素进行系统分析已成为必然。

2. 山东省油气产业可持续发展现状

山东省油气产业可持续发展目标为山东省油气产业的经济、社会、环境三个大系统的协调发展。目前,

*基金项目: 山东省自然科学基金重点资助项目(ZR2009HL025)。

在山东省经济高速发展、油气资源需求旺盛的背景下, 油气资源的生产形势比较严峻, 供需缺口越来越大。并且经过40多年的勘探开采, 目前山东省油气资源开发已进入中后期, 老油田主力油田已进入高含水率和高采出程度的双高阶段, 尾矿资源储量、难动用资源储量在探明储量中所占比例越来越高, 这部分储量开采成本高, 利用难度大, 企业经济效益相对较低, 这种状况将导致油气资源供应保障程度降低^[1]。在产业发展模式上, 油气生产和加工产业不能形成有效结合, 导致在产业链上不能形成优化, 不利于整体福利的提高。此外, 在油气资源开发过程中不注重与周边环境的协调, 形成了一系列环境地质问题, 使相关的生态环境不和谐, 制约着油区油气资源的开发和经济的可持续发展。

3. ISM 解释结构模型及基于隶属度集合的熵值权重法

3.1. ISM 解释结构模型

2006年,中国地质大学(北京)张尚坤博士论文《山东省油气资源开发利用对地区经济社会可持续发展影响研究》指出了山东地区经济社会可持续发展的影响因素^[2],但缺少系统分析。除此之外,还有许多涉及油气产业可持续发展的文献,大部分是基于油气产业可持续发展的评价研究,但对评价指标体系的来源论证不足。ISM 解释解构模型法是论证指标体系来源的常用方法,具体步骤如下:

3.1.1. 建立 ISM 邻接矩阵 A

邻接矩阵描述要素之间的直接影响。它在各个要素之间逐一比较,以输出(施加影响)要素为行、输入(受到影响的)要素为列,当两个要素之间影响关系成立时取 1,不成立时取 0,即矩阵 A_{ij} 中各个元素为

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{有 } i \rightarrow j \text{ 的枝} \\ 0, \text{无 } i \rightarrow j \text{ 的枝} \end{cases} \quad (2.1)$$

3.1.2. 求解 ISM 可达矩阵 M

$$M \equiv (A+I)^{n+1} = (A+I)^n \neq \dots \neq (A+I)^2 = A+I \quad (2.2)$$

矩阵 M 描述元素间所有影响。 M_{ij} 为 1 代表 S_i 到 S_j 之间存在一步或若干步到达的路径。

3.1.3. 级间划分及 ISM 绘图

级间划分,就是将系统中所有要素,按照可达(直接关系)与不可达,通过(逐级)辨析可达矩阵,划分成不同级(层次)。

1) 确定要素 S_i 的可达集 $P(S_i)$,即从要素 S_i 出发到达全部要素间的所有影响。

$$P(S_i) = \{S_i | m_{ij} = 1\}$$

2) 确定要素 S_i 的先行集 $Q(S_i)$,即可以到达要素 S_i 的全部要素的集合。

$$Q(S_i) = \{S_i | m_{ij} = 1\}$$

3) 级间划分

一个多级递阶结构的最高级要素,其可达集只包含它自身的要素,但其先行集除含自身因素外,还包括到达它下一级的要素,最高级的要素记为 L_1 ^[3]。

$$L_1 = P(S_i) \cap Q(S_i) = P(S_i)$$

在求出 L_1 之后,将 L_1 中元素从 M_{ij} 中删除,再根据(1)、(2)、(3)求 L_2, \dots, L_n ,结合各 L ,画出层级图。

3.2. 基于隶属度集合的熵值权重法

3.2.1. 确定模糊综合评判矩阵

设 U, V 为两个论域, u_1, u_2, \dots, u_n 为与评价事物有关的 n 个因素,记为 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$,另外设定评价集 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$,把 n 个单因素评价集作为行形成模糊综合评判集^[4]

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{pmatrix}$$

3.2.2. 指标同度量化

$$p_{ij} = r_{ij} / \sum_{j=1}^m r_{ij} \quad P = (p_{ij})$$

3.2.3. 指标熵值 e_i

$$e_i = -k \sum_{j=1}^m p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad \text{其中 } k > 0, i = 1, 2, \dots, n;$$

3.2.4. 指标的差异化系数 g_i

$$g_i = 1 - e_i$$

熵值和差异化系数是互补关系,如果指标属于 m 中状态的评价相同,则 $p_{i1} = p_{i2} \dots = p_{im} = 1/m$ 。为了满足归一化条件,取 $k = 1/\ln(m)$ 。

3.2.5. 指标权重的确定

$$w_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^m g_i}$$

当 $g_i = 0$, $w_i = g_i = 0$,即差异化系数为 0,指标权重为 0。

4. 山东省油气产业可持续发展因素系统分析

4.1. 山东省油气产业可持续发展解释结构模型构建

在借鉴众多参考文献,问卷调查等基础上,总结了山东省油气产业可持续发展的相关因素,即山东省

油气产业可持续发展 S_1 、经济效益 S_2 、社会效益 S_3 、环境效益 S_4 、省内 GDP 贡献 S_5 、油气资源利税总额 S_6 、油气资源供给 S_7 、油气资源需求 S_8 、城市化进程 S_9 、经济发展水平 S_{10} 、产业结构布局 S_{11} 、油气资源价格 S_{12} 、销售网络 S_{13} 、国家能源政策 S_{14} 、勘查开采技术 S_{15} 、资源开发条件 S_{16} 、资源禀赋 S_{17} 、油气企业能力 S_{18} 、就业贡献 S_{19} 、生活水平 S_{20} 、技术进步 S_{21} 、教育贡献 S_{22} 、水环境 S_{23} 、空气环境 S_{24} 、土壤环境 S_{25} 、噪声污染 S_{26} 、湿地生态环境 S_{27} 、国家环保政策 S_{28} 、废弃物处理工艺 S_{29} 、回收工艺 S_{30} 、环保管理体制 S_{31} 、企业环保力度 S_{32} 等, 利用 ISM 解释结构模型法对进行系统分析, 建立多级递阶的结构模型。

4.1.1. 山东省油气产业可持续发展要素邻接矩阵

依据山东省油气产业可持续发展影响因素之间的相互关系建立油气产业邻接矩阵(表 1)。

4.1.2. 山东省油气产业可持续发展要素可达矩阵

根据邻接矩阵得到山东省油气产业可持续发展影响要素的可达矩阵。

4.1.3. 山东省油气资源可持续发展要素级间划分及 ISM

依据可达矩阵得到级间划分可达矩阵(表 2)以及 ISM(图 1)。

ISM 多级递阶模型表明城市化进程、经济发展水平、产业结构布局、油气资源价格、销售网络、国家能源政策直接决定了油气资源需求, 油气资源需求通过影响省内 GDP 和油气资源利税总额影响经济效益和社会效益, 最终影响着山东省油气资源可持续发展。各因素总是直接或者间接地影响着山东省油气产业可持续发展, 但仅仅从 ISM 多级递阶模型中不能显示出各个因素对上级因素的影响程度, 导致不能在需要调整上级因素时对其下级因素进行有计划和重点地调整, 这就需要对各级各个因素进行权重赋值。依据权重调整影响因素, 更有效率地实现预期目标。

4.2. 山东省油气产业可持续发展因素权重确定

考虑到多级递阶模型涉及指标和层次较多, 仅对油气资源需求的影响因素给出详细步骤, 其他指标的权重确定步骤同油气资源需求影响因素权重的确定。

4.2.1. 确定评判集

根据 ISM 模型确定出决定油气资源需求的因素, 则因素集 $S = \{S_9, S_{10}, S_{11}, S_{12}, S_{13}, S_{14}\}$, 综合考虑各影响因素对油气产业影响程度的高低设定评语的论域 $V = \{\text{高}(v_1), \text{较高}(v_2), \text{一般}(v_3), \text{较低}(v_4), \text{低}(v_5)\}$ 。经过专家调查、文献分析, 再综合考虑山东省历史状况油气资源需求的因素评判矩阵 R 。

$$R = \begin{pmatrix} 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.1 & 0.1 \\ 0.6 & 0.2 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 & 0 & 0 \\ 0.9 & 0.1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0.1 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.6 & 0.1 & 0.2 & 0.1 & 0 \end{pmatrix}$$

R 已经是归一化矩阵, 则 $P = R$

4.2.2. 输出指标的熵

$$e_i = -k \sum_{j=1}^m p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad i = 1, 2, \dots, 6;$$

其中 $k = 1/\ln 5 = 0.6213$

$$e_1 = -k*(0.4 \ln 0.4 + 0.2 \ln 0.2 + 0.2 \ln 0.2 + 0.1 \ln 0.1 + 0.1 \ln 0.1) = 0.9139$$

$$e_2 = -k*(0.6 \ln 0.6 + 0.2 \ln 0.2 + 0.2 \ln 0.2 + 0 \ln 0 + 0 \ln 0) = 0.5904$$

$$e_3 = -k*(0.8 \ln 0.8 + 0.2 \ln 0.2 + 0 \ln 0 + 0 \ln 0 + 0 \ln 0) = 0.3109$$

$$e_4 = -k*(0.9 \ln 0.9 + 0.1 \ln 0.1 + 0 \ln 0 + 0 \ln 0 + 0 \ln 0) = 0.2020$$

$$e_5 = -k*(0.8 \ln 0.8 + 0.1 \ln 0.1 + 0.1 \ln 0.1 + 0 \ln 0 + 0 \ln 0) = 0.3971$$

$$e_6 = -k*(0.6 \ln 0.6 + 0.1 \ln 0.1 + 0.2 \ln 0.2 + 0.1 \ln 0.1 + 0 \ln 0) = 0.6766$$

4.2.3. 偏差度

$$g_i = 1 - e_i, \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6;$$

$$g_1 = 1 - 0.9139 = 0.0861;$$

$$g_2 = 1 - 0.5904 = 0.4096;$$

$$g_3 = 1 - 0.3109 = 0.6891;$$

$$g_4 = 1 - 0.2020 = 0.7980;$$

$$g_5 = 1 - 0.3971 = 0.6029;$$

$$g_6 = 1 - 0.6766 = 0.3234.$$

Table 1. Impact factors adjacency matrix table of oil and gas industry sustainable development in Shandong province
表 1. 山东省油气产业可持续发展影响要素邻接矩阵表

Table with 32 columns (S, 1-32) and 32 rows of numerical data representing an adjacency matrix for impact factors.

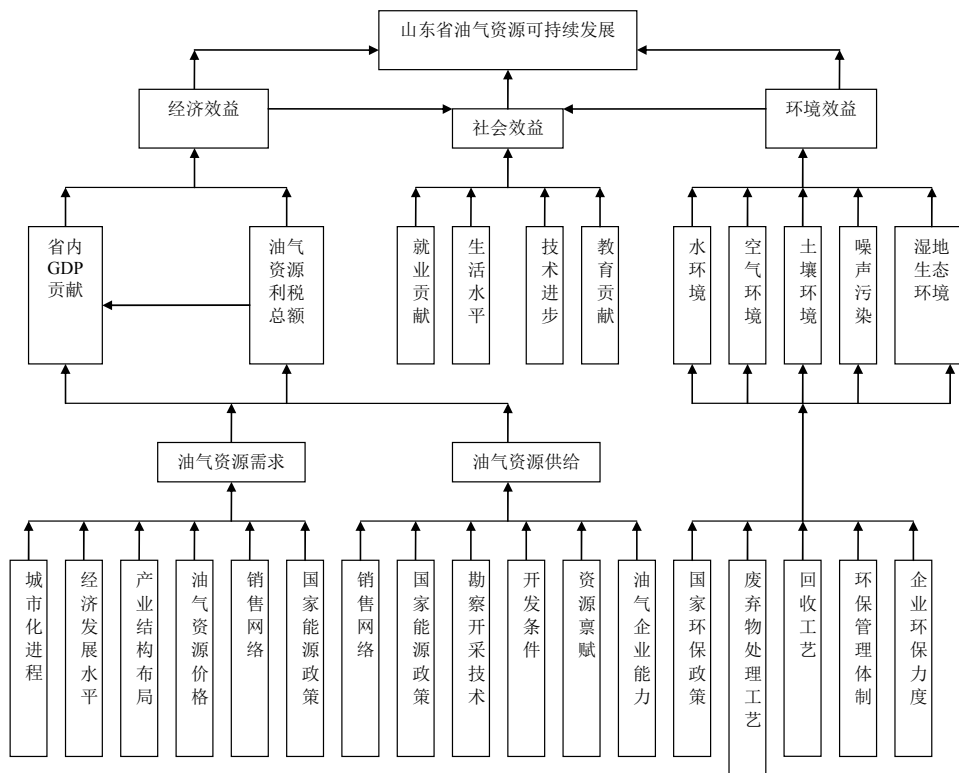


Figure 1. Impact factors multilevel hierarchic model of oil and gas industry sustainable development in Shandong province
图 1. 山东省油气产业可持续发展影响要素多级递阶模型

Table 2. Reach ability matrix according to arrange table level oil and gas industry sustainable development in Shandong province
表 2. 山东省油气产业可持续发展可达矩阵按照级别排列表

Table with 32 columns and 32 rows representing reachability matrix. The table shows binary values (0 or 1) indicating reachability between different levels of the system. The diagonal elements are all 1. The matrix is upper triangular, indicating that higher-level factors reach lower-level factors.

4.2.4. 权重的确定

w_i = g_i / sum_{i=1}^6 g_i

W = (0.0296, 0.1408, 0.2369, 0.2743, 0.2072, 0.1112)

各个因素权重决定了各个下级因素对其上级因素的影响程度, 根据 ISM 多级递阶模型, 得到各级指标对于山东省油气资源可持续发展的决定程度, 通过相应权重, 对下级因素进行优选与调整。

4.2.5. 因素优选与调整

在分析决定油气资源需求各个下级因素的权重前提下, 如需要调整油气资源的需求, 油气资源价格对油气资源需求影响程度最大, 因此, 在选择调整山东省油气资源需求时, 但油气价格的调整是受限制的, 此时考虑第二因素即产业结构布局调整油气资源需求。

5. 结论

山东省油企产业可持续发展涉及因素众多, ISM 解释结构模型的构建理顺了山东省油气产业可持续发展影响因素的层次关系, 基于隶属度集的熵值权重法赋予各因素权重, 使山东省油气产业可持续发展系统更加明确。依据该层次关系可以保证山东省油气产业的可持续发展, 推动我国油气产业可持续发展。

参考文献 (References)

- [1] 郑敏, 朱成国. 我国油气资源及对国民经济发展的影响研究[J]. 中国矿业, 2006, 15(11): 10.
[2] 张尚坤. 山东省油气资源开发利用对地区经济社会可持续发展影响研究[D]. 中国地质大学(北京), 2006.
[3] 张传平, 张翼. 输气管道系统分析与经济风险模拟[J]. 数学的实践与认识, 2009, 39(20): 2-4.
[4] 雷宏. 基于隶属度集的熵值权重方法研究[J]. 中国农业银行武汉培训学院学报, 2009, 3: 38-39.